

## ① 公開特許公報(A)

昭63-239811

④ Int. Cl.

H 01 L 21/205  
21/283  
21/302  
21/31

識別記号

庁内整理番号

7739-5F

⑤ 公開 昭和63年(1988)10月5日

Z-8223-5F

6708-5F

審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑥ 発明の名称 光反応装置

⑦ 特 願 昭62-71349

⑧ 出 願 昭62(1987)3月27日

⑨ 発 明 者 宇 理 須 恒 雄 神奈川県厚木市磯の屋若宮3番1号 日本電信電話株式会社  
厚木電気通信研究所内⑩ 発 明 者 久 良 木 健 神奈川県厚木市磯の屋若宮3番1号 日本電信電話株式会社  
厚木電気通信研究所内

⑪ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑫ 代 理 人 弁理士 中村 純之助

明 示 部

## 1. 発明の名称

光反応装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 真空チャンバと真空室外光窓とを有し、両方を互いに遮断する真空パイプを通して上記真空室外光窓から真空室内光が、上記真空チャンバに入射するようになされており、該真空チャンバ内に基盤ホルダを設け、その上に絶縁物、半導体もしくは金属の基盤を置き、該真空チャンバの所定の位置には上記基盤面に反応ガスを吹き付けるガスノズルが取り付けられており、該ガスノズルから反応ガスが上記基盤に吹き付けられている状態において、上記真空室外光が上記基盤を照射可能な構成となっていることを特徴とする光反応装置。

2. 上記基盤の面、あるいは上記基盤と上記基盤ホルダとを、光反応の進行時において所定の方角に回転、回動、もしくはこの両方の運動を行わせるようになっていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光反応装置。

3. 上記真空チャンバが複数設けられ、該複数の真空チャンバが互いにバルブを有する真空パイプで連結され、1つの真空チャンバ内において、所定の光反応を終了した上記基盤を別の真空チャンバ内に移動した後、別の光反応を引き続いて行うことができるように上記真空室外光の照射方向に於いて上記複数の真空チャンバが連結されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光反応装置。

4. 上記真空パイプの所定の箇所に分岐素子が設けられ、上記真空室外光のうち所定の波長の真空室外光を選択して、上記真空チャンバ内に入射されるようになっていることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第3項記載の光反応装置。

5. 上記真空室外光窓として、電子レンジクロム被膜が用いられていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光反応装置。

6. 真空チャンバと真空室外光窓とを有し、両方を互いに遮断する真空パイプを通して上記真空

チャンバ内において、所定の光反応を終了した上記基盤を別の真空チャンバ内に移動した後、別の光反応を引き続いて行うことができるように上記真空室外光の照射方向に於いて上記複数の真空チャンバが連結されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光反応装置。

紫外光線から真空紫外光が、上記真空チャンバに入射するようになされており、真空紫外光が真空チャンバ内に基板ホルダを透過し、その上に反応物、半導体もしくは金属の基板を載せ、真空紫外光の所定の位置には上記基板表面に反応ガスを吹き付けるガスノズルが取り付けられており、反応ガスノズルから反応ガスが上記基板に吹き付けられている状態において、上記真空紫外光が上記基板を照射可能な構成となっており、かつ、上記ガスノズルには所定の位置に直線放電、高周波放電、マイクロ波放電、電子ビーム照射あるいはレーザプラズマ照射による照射装置が設置され、反応装置により上記反応ガスがラジカルあるいはイオンに分解されて、上記基板表面に吹き付けられるようになっていることを特徴とする光反応装置。

7. 上記基板のみ、あるいは上記基板と上記基板ホルダとを、光反応の進行時において所定の方向に往復、回転、もしくはこの両方の運動を行なわせるようになっていることを特徴とする特許請求の範囲第6項記載の光反応装置。

において、基板上に膜層を堆積したり、基板の図形をエッチングする光反応装置に関する。

〔従来の技術〕

第3図は、従来の光反応装置の一例を示す概略図である。

図において、1は反応チャンバ、2は光透過性窓、3は反応ガスの導入パイプ、4は処理すべき基板、5は基板ホルダ、6は基板ホルダ5を加熱して基板4を加熱するためのヒータ、7はレーザ光である。

すなわち、まず、導入パイプ3から反応ガスを導入して、反応チャンバ1内に反応ガスを満たし、透光性窓2を通してレーザ光7を照射し、ヒータ6により加熱された基板ホルダ5上に設置された基板4上に、所望の膜層を堆積したり、基板4の図形のエッチングを行なう。

なお、第2図に示す従来例では、レーザ光7を基板4に対して平行方向に入射する構成となっているが、反応チャンバ1の上方から基板4に対して垂直に入射する構成のものもある。

8. 上記真空チャンバが複数設けられ、該複数の真空チャンバが互いにバルブを有する真空パイプで連結され、1つの真空チャンバ内において、所定の光反応を終了した上記基板を別の真空チャンバ内に移動した後、別の光反応を引き継いで行なうことができるように上記真空紫外光の照射方向に沿って上記複数の真空チャンバが連結されていることを特徴とする特許請求の範囲第8項記載の光反応装置。

9. 上記真空パイプの所定の箇所に分光装置が設置され、上記真空紫外光のうち所定の波長の真空紫外光を選択して、上記真空チャンバ内に入射されるようになっていることを特徴とする特許請求の範囲第9項または第8項記載の光反応装置。

10. 上記真空紫外光源として、電子シンクロトロン放射光源が用いられていることを特徴とする特許請求の範囲第9項記載の光反応装置。

2. 発明の明確な説明

〔発明上の利用分野〕

本発明は、この1(大規模集積回路)の製造工程

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし、従来技術による光反応装置においては、

1) 使用する光の波長が紫外、可視あるいは紫外光であるため、光子のエネルギーが小さく、これによって分解できる反応ガス分子が限定されてしまう。例えば、半導体プロセスにおいて重要なシラン( $\text{SiH}_4$ )や $\text{CF}_4$ などの大半のガスは分解することができない。

2) 比較的エネルギーの高い紫外レーザ(エキシマレーザなど)を用いる場合は、パルス幅が短く、かつ繰り返し数が少ないため、光によって分解し、生成した活性種が気相において再結合してしまうため、膜質低下の原因となる。

などの問題点があった。

本発明の目的は、上記の従来技術の問題点を解決し、半導体プロセスにおいて重要なすべての反応ガスを分解し得る、真空紫外光を光源として用いる光反応装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明の光反応装置は、上記の目的を達成する

たの、以下のような点を主要な特徴とする。

- 1) 光源として真空紫外光を用いることにより、基体プロセスにおいて最適なすべての反応ガスを分解することができる。
- 2) 真空紫外光を用いる場合は、光の入射面に塵を付けないか、あるいは塵を取り付けたとしても保護膜でなくてはならないため、真空チャンバ内の反応ガスの圧力を上げることができない。この問題を解決するため、本発明では、ガスノズルから反応ガスを噴出させ、真空チャンバ全体の平均的ガス圧力を十分に低く保ちながら基体表面の圧力を局所的に高いものとする構成としている。さらに、この構成により反応ガスを励起し、表面への付着確率の大きなラジカルあるいはイオンに分解することにより基体表面に吸着層を形成し、この吸着層に真空紫外光を照射して光反応を起こさせることにより、真空チャンバ内の圧力が低くても高い反応速度を実現できる。
- 3) 基体表面において面内で均一な反応を起こさ

せるために、光の照射中に基体を回転、回転あるいは周方向の運動をさせる。

- 4) さらに、真空紫外光源は、通常波長域であるため、これを分光子により所定の波長成分の光を照射して反応に用いる。これにより、反応ガスの特性に応じて最適な波長の光を照射できる。
- 5) 真空紫外光源として、耐用性が良く、強度の高い電子シンクロトロン放射光を用いる。
- 6) 複数の真空チャンバを光ビームの光路上に直列に連結することにより、異なる種類の反応ガスを照射する複数の反応を1本の光ビームにより、周回に行なうことができる。

#### 【実施例】

第1図は、本発明の第1の実施例の光反応装置を示す概略図である。図において、7は真空チャンバ、8は真空紫外光源である電子シンクロトロン放射装置、9は電子シンクロトロン放射装置から発生される光を真空チャンバ7に伝達するための真空パイプ、10、11は反射ミラー、12は基体

ホルダ、13は処理すべき基体、14は基体加熱用のヒータ、15、16はガスノズル、17、18はそれぞれノズル15、16に取り付けられた真空バルブ、19はノズル15に取り付けられた高周波放電電極、20は高周波放電電極である。

本実施例による光反応装置を断面図として用いる場合を例として以下説明する。反応ガスを流さない状態において、電子シンクロトロン放射装置8および真空チャンバ7の内部の真空度は $10^{-9}$ ~ $10^{-11}$  Torrである。反応ガスとしては、例えばシラン( $\text{SiH}_4$ )またはジシラン( $\text{Si}_2\text{H}_6$ )をノズル15または16から真空チャンバ7内に噴出させる。ノズル15の方は、高周波放電電極20により高周波電界が印加される高周波放電電極19を具備するので、ノズル15の先端と電極19の間で放電が誘起される(詳細は第3図を用いて後述する)。

反応ガスがノズル16から導入される場合は、基体(ガラス、シリコン、あるいはシリコン薄膜上に $\text{SiO}_2$ 膜をコートしたものなど)13の表面に $\text{SiH}_4$ が吸着する。一方、反応ガスがノズル15か

ら導入される場合は、放電により $\text{Si}$ 、 $\text{SiH}$ 、 $\text{SiH}_2$ 、 $\text{SiH}_3$ などの原子、ラジカルおよびイオンが生成され、基体上に吸着する。基体温度を所定の値に設定し、電子シンクロトロン放射装置からの光を基体に照射すると、基体上にアモルファスシリコン膜や多結晶シリコン膜が堆積する。

反応ガスとして、前述の $\text{SiH}_4$ や $\text{Si}_2\text{H}_6$ に、さらに $\text{N}_2$ ガスを加えると水素を含んだシリコン窒化物が堆積する。

また、ガスを噴射しながら光を照射する場合は、吸着分子が光により分解して、陰極堆積が起こる以外に、気相の分子が光により分解して、分解生成物が基体上に堆積するメカニズムも加わる。電極19に高周波電界を印加して放電を開始すると、ラジカルやイオンの基体への付着確率は、安定分子の値より大きいため、吸着層の吸着分子数を増加できる。したがって、堆積速度を大きくすることが可能である。

第3図は、高周波放電電極を取り付けたガスノズルの一例を示す図である。反応ガスがノズル15

から噴出している状態において、高周波放電電極18に高周波電界を印加すると、ノズル15のアース電極15'との間に放電が生ずる。

第4図は、本発明の第2の実施例の光反応装置を示す概略図である。図において、第1図と同一符号のものは、同一の部材を示す。

本実施例は、第1図に示した第1の実施例と基本原理は同一である。第1の実施例と違う点は、①ミラー11により光を偏光し、真空チャンバ7と真空パイプ8との接続部近傍の真空パイプ8内に、真空のコンダクタンスを低下させるスリット21が設置してあること、②基板ホルダ24が基板駆動装置23により、所定領域中に上下方向に往復運動するようになっていること、③基板13をレーザ光により加熱するためのレーザ22が設置されていること、および、④第2の真空チャンバ28が設置されており、第1の真空チャンバ7と第2の真空チャンバ28とが真空室外光の照射方向に沿って互いに、バルブ25を有する真空パイプ9'で接続されており、この第2の真空チャンバ28に高周波放

電電極24を有するガスノズル28が設置されていることなどである。

本実施例の装置の場合、スリット21により真空チャンバ7と真空パイプ8との間の真空度を大きくできるので、第1図の装置と比較して真空チャンバ7内の圧力をより高くすることが出来る。また、光を絞って照射するため、所定の領域面積を広くし、かつ領域断面積を管内で均一にするため、基板13を基板ホルダ24と一緒に上下に往復運動させる。また、真空チャンバが2つあるため(7と28)、最初に真空チャンバ28の方に基板を照射し、バルブ25を開けて光を基板に照射し、かつ所定の反応ガスを流して第1の光反応を行なわせた後、次に、この基板を真空チャンバ7の方に移し、同時にこの基板に所定の反応ガスを流しながら光を照射し、第2の光反応を起させることができる。基板を真空チャンバ28から7へ移すための駆動機構23が取り付けられている。

なお、第4図において真空チャンバの数は2つとしたが、さらに、第3、第4の真空チャンバを

追加して、多段階の光反応を逐次行なわせることができる。

また、上記の実施例においては、反応ガスとして $SiH_4$ 、 $SiH_2H_2$ 、 $N_2$ を用いることとしたが、これ以外に、 $CH_4$ 、 $CF_4$ 、 $SiF_4$ 、 $NF_3$ 、 $SF_6$ などのエッチングガスを用いることにより基板表面の光エッチングを行なわせることができる。

なお、上記実施例において、ノズルから噴出する反応ガスを加速するために、高周波放電を用いるものとしたが、直流放電を用いる電子ビーム加速(例えば、文獻の例として、ケー・ミンケ、ティークラフによるフォーメーション オブ ナガチイグ クラスタ イオンズ イン コリジョン オブ  $SF_6$ 、クラスタ フイズクリプトン リドベリー アトムズ ジャーナル オブ フィジカル ケミストリー 60巻 1552-1556頁 1985年(R.Nitsch, T. Kuchitsu Formation of Negative Cluster Ions in Collision of  $SF_6$  Clusters with Krypton Rydberg Ions, J. Phys. Chem. vol. 89, 1552-1556頁 1985)参照。)によつての加速

に付着率の高いラジカルやイオンを形成することができる。

上記の第1図および第4図に示した実施例の光反応装置においては、反射ミラー10、11は、PtやSiCなどの表面を有する通常使用される斜入射ミラーを用いるが、このミラーはその入射角に応じて電子シンクロトロン放射光の短波長成分をカットし、真空室外光のみを反射させる働きがある。この反射ミラー10または11の代わりに分光素子として多層膜ミラーを用いると、ブラッグ(Bragg)の反射条件を満たす波長の光のみを反射させることができる。しかも、その波長は入射角度を変えることによって連続的に変えることができる。また、多層膜ミラーで真空室外光を分光すると、比較的窄帯幅の広い光を得ることができ、この窄帯幅も所定の値とすることが可能である。このような多層膜ミラーを分光素子として用い、反応ガスを分離するに当たって、選択された波長の光を照射すれば、特定の光反応のみを起すことが可能となるので、階層型やエッチングにおい

で特異な特性の出現が期待される。分光因子として多層膜ミラー以外では四折格子分光層等があるが、低光<sup>\*</sup>を行なって強度を確保すれば、多層膜ミラーの代わりに用いることができる。なお、分光因子は光試と反応チャンバ間のどの位置に設置しても良い。

#### 【発明の効果】

以上説明したように本発明による光反応装置においては、励起光源として、電子シンクロトロン放射光などの真空紫外光を用いるので、任意のガス分子を分解でき、反応ガスとして用いることができる。また、電子シンクロトロン放射光は、波長が極めて大きい(10Mμ以上)ので、ほぼ直線光線とみなせ、特性線の偏内分布を均一にでき、再結合の影響を受けないという効果がある。

また、処理すべき高反応面に吸着層を形成し、これに光を照射して吸着層内での光反応を利用するので、反応を高反応に制御できるほか、真空チャンバ内の反応ガスの圧力が低くても、吸着層の分子密度を高くでき、大きな反応速度を實現でき

る効果がある。

また、光により分子を分解するたの、反応(100℃〜500℃)で触媒層やエッチングができ、触媒層や吸着ドーピング触媒層などを高反応に形成できる効果がある。

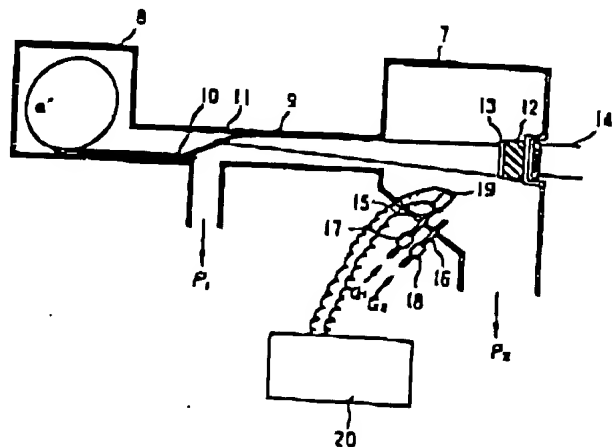
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1の実施例の光反応装置の概略図、第2図は、従来の光反応装置の一例の概略図、第3図は、本発明の装置に用いる高周波放電励起方式のノズルを示す図、第4図は、本発明の第2の実施例の光反応装置の概略図である。

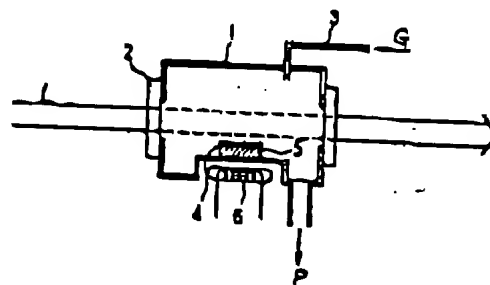
- 1…反応チャンバ
- 2…光透過性窓
- 3…反応ガス導入パイプ
- 4、13…基座
- 5、12、24…基座ホルダ
- 6、14…ヒータ
- 7、26…真空チャンバ
- 8…電子シンクロトロン放射光装置
- 9、9'…真空パイプ

- 10、11…ミラー
- 15、16、29…ガスノズル
- 18'…アース電極
- 17、18、30…真空バルブ
- 19、28…高周波放電電極
- 20、31…高周波放電電極
- 21…スリット
- 22…レーザ
- 23…結核運動装置
- 25…バルブ
- 27…ウェハ移動機構

第1図



第2図



特許出願人 日本電信電話株式会社  
代理人 井原 宏 中村 興之助

図3

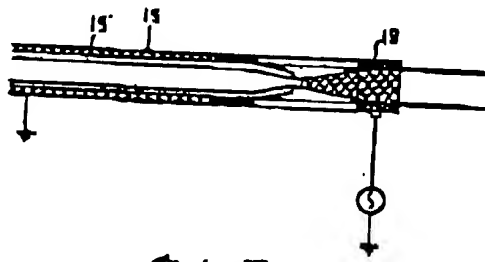


図4

